

№ 6 (108) ▪ 2021

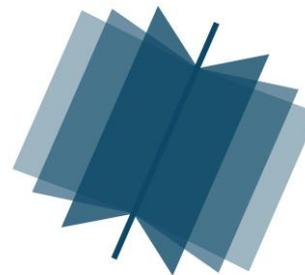
Часть 1 ▪ Июнь

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЖУРНАЛ**

INTERNATIONAL RESEARCH JOURNAL

ISSN 2227-6017 ONLINE

Екатеринбург
2021



Периодический теоретический и научно-практический журнал.
Выходит 12 раз в год.
Учредитель журнала: Соколова М.В.
Главный редактор: Меньшаков А.И.
Адрес издателя и редакции: 620137, г. Екатеринбург, ул.
Академическая, д. 11, корп. А, оф. 4.
Электронная почта: editors@research-journal.org
Сайт: www.research-journal.org
16+

**№ 6 (108) 2021
Часть 1
Июнь**

Дата выхода 17.06.2021
Цена: бесплатно.

Журнал имеет свободный доступ, это означает, что статьи можно читать, загружать, копировать, распространять, печатать и ссылаться на их полные тексты с указанием авторства без каких-либо ограничений. Тип лицензии СС, поддерживаемый журналом: Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Актуальная информация об индексации журнала в библиографических базах данных <https://research-journal.org/indexing/>.

Номер свидетельства о регистрации в Федеральной Службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: **ЭЛ № ФС 77 - 80772**.

Члены редколлегии:

Филологические науки:

Растягаев А.В. д-р филол. наук, Московский Городской Университет (Москва, Россия);
Сложеникина Ю.В. д-р филол. наук, Московский Городской Университет (Москва, Россия);
Штрекер Н.Ю. к. филол. н., Калужский Государственный Университет имени К.Э. Циолковского (Калуга, Россия);
Вербицкая О.М. к. филол. н., Иркутский Государственный Университет (Иркутск, Россия).

Технические науки:

Пачурин Г.В. д-р техн. наук, проф., Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева (Нижний Новгород, Россия);
Федорова Е.А. д-р техн. наук, проф., Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет (Нижний Новгород, Россия);
Герасимова Л.Г. д-р техн. наук, Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева (Апатиты, Россия);
Курасов В.С. д-р техн. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Оськин С.В. д-р техн. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия).

Педагогические науки:

Куликовская И.Э. д-р пед. наук, Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону, Россия);
Сайкина Е.Г. д-р пед. наук, Российский государственный педагогический университет имени А.И. Герцена (Санкт-Петербург, Россия);
Лукьянова М.И. д-р пед. наук, Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова (Ульяновск, Россия);
Ходакова Н.П. д-р пед. наук, проф., Московский городской педагогический университет (Москва, Россия).

Психологические науки:

Розенова М.И. д-р психол. наук, проф., Московский государственный психолого-педагогический университет (Москва, Россия);
Ивков Н.Н. д-р психол. наук, Российская академия образования (Москва, Россия);
Каменская В.Г. д-р психол. наук, к. биол. наук, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина (Елец, Россия).

Физико-математические науки:

Шамолин М.В. д-р физ.-мат. наук, МГУ им. М. В. Ломоносова (Москва, Россия);
Глезер А.М. д-р физ.-мат. наук, Государственный Научный Центр ЦНИИчермет им. И.П. Бардина (Москва, Россия);
Свиштунов Ю.А. д-р физ.-мат. наук, проф., Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Географические науки:

Умывакин В.М. д-р геогр. наук, к. техн. н. проф., Военный авиационный инженерный университет (Воронеж, Россия);
Брылеев В.А. д-р геогр. наук, проф., Волгоградский государственный социально-педагогический университет (Волгоград, Россия);
Огуреева Г.Н. д-р геогр. наук, проф., МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия).

Биологические науки:

Буланый Ю.П. д-р биол. наук, Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (Саратов, Россия);
Аникин В.В., д-р биол. наук, проф., Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского (Саратов, Россия);
Еськов Е.К. д-р биол. наук, проф., Российский государственный аграрный заочный университет (Балашиха, Россия);
Ларионов М.В., д-р биол. наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (Москва, Россия).

Архитектура:

Янковская Ю.С. д-р архитектуры, проф., Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Ветеринарные науки:

Алиев А.С. д-р ветеринар. наук, проф., Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины (Санкт-Петербург, Россия);
Татарникова Н.А. д-р ветеринар. наук, проф., Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова (Пермь, Россия).

Медицинские науки:

Никольский В.И. д-р мед. наук, проф., Пензенский государственный университет (Пенза, Россия);
Ураков А.Л. д-р мед. наук, Ижевская Государственная Медицинская Академия (Ижевск, Россия).

Исторические науки:

Меерович М.Г. д-р ист. наук, к. архитектуры, проф., Иркутский национальный исследовательский технический университет (Иркутск, Россия);
Бакулин В.И. д-р ист. наук, проф., Вятский государственный университет (Киров, Россия);
Бердинских В.А. д-р ист. наук, Вятский государственный гуманитарный университет (Киров, Россия);
Лёвочкина Н.А. к. ист. наук, к. экон. н. ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия);
Блейх Н.О. д-р ист. наук, Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л.Хетагурова (Владикавказ, Россия).

Культурология:

Куценков П.А. д-р культурологии, к. искусствоведения, Институт востоковедения РАН (Москва, Россия).

Искусствоведение:

Куценков П.А. д-р культурологии, к. искусствоведения, Институт востоковедения РАН (Москва, Россия).

Философские науки:

Петров М.А. д-р филос. наук, Института философии РАН (Москва, Россия);
Бессонов А.В. д-р филос. наук, проф., Институт философии и права СО РАН (Новосибирск, Россия);
Цыганков П.А. д-р филос. наук., МГУ имени М.В. Ломоносова (Москва, Россия);
Лойко О.Т. д-р филос. наук, Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск, Россия).

Юридические науки:

Костенко Р.В. д-р юрид. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Мазуренко А.П. д-р юрид. наук, Северо-Кавказский федеральный университет в г. Пятигорске (Пятигорск, Россия);
Мещерякова О.М. д-р юрид. наук, Всероссийская академия внешней торговли (Москва, Россия);
Ергашев Е.Р. д-р юрид. наук, проф., Уральский государственный юридический университет (Екатеринбург, Россия).

Сельскохозяйственные науки:

Важов В.М. д-р с.-х. наук, проф., Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет им. В.М. Шукшина (Бийск, Россия);
Раков А.Ю. д-р с.-х. наук, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр (Михайловск, Россия);
Комлацкий В.И. д-р с.-х. наук, проф., Кубанский государственный аграрный университет (Краснодар, Россия);
Никитин В.В. д-р с.-х. наук, Белгородский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (Белгород, Россия);
Наумкин В.П. д-р с.-х. наук, проф., Орловский государственный аграрный университет.

Социологические науки:

Замараева З.П. д-р социол. наук, проф., Пермский государственный национальный исследовательский университет (Пермь, Россия);
Солодова Г.С. д-р социол. наук, проф., Институт философии и права СО РАН (Новосибирск, Россия);
Кораблева Г.Б. д-р социол. наук, Уральский Федеральный Университет (Екатеринбург, Россия).

Химические науки:

Абдиев К.Ж. д-р хим. наук, проф., Казахстанско-Британский технический университет (Алма-Аты, Казахстан);
Мельдешов А. д-р хим. наук, Казахстанско-Британский технический университет (Алма-Аты, Казахстан);
Скачилова С.Я. д-р хим. наук, Всероссийский Научный Центр По Безопасности Биологически Активных Веществ (Купавна Старая, Россия).

Науки о Земле:

Горяинов П.М. д-р геол.-минерал. наук, проф., Геологический институт Кольского научного центра Российской академии наук (Апатиты, Россия).

Экономические науки:

Лёвочкина Н.А. д-р экон. наук, к. ист. н., ОмГУ им. Ф.М. Достоевского (Омск, Россия);
Ламоттке М.Н. к. экон. н., Нижегородский институт управления (Нижний Новгород, Россия);
Акбулаев Н. к. экон. н., Азербайджанский государственный экономический университет (Баку, Азербайджан);
Кулиев О. к. экон. н., Азербайджанский государственный экономический университет (Баку, Азербайджан).

Политические науки:

Завершинский К.Ф. д-р полит. наук, проф. Санкт-Петербургский государственный университет (Санкт-Петербург, Россия).

Фармацевтические науки:

Тринеева О.В. к. фарм. н., Воронежский государственный университет (Воронеж, Россия);
Кайшева Н.Ш. д-р фарм. наук, Волгоградский государственный медицинский университет (Волгоград, Россия);
Ерофеева Л.Н. д-р фарм. наук, проф., Курский государственный медицинский университет (Курс, Россия);
Папанов С.И. д-р фарм. наук, Медицинский университет (Пловдив, Болгария);
Петкова Е.Г. д-р фарм. наук, Медицинский университет (Пловдив, Болгария);
Скачилова С.Я. д-р хим. наук, Всероссийский Научный Центр По Безопасности Биологически Активных Веществ (Купавна Старая, Россия);
Ураков А.Л., д-р мед. наук, Государственная Медицинская Академия (Ижевск, Россия).

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2021.108.6.005>

ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД С ЖИДКИМ ЭЛЕКТРОЛИТНЫМ КАТОДОМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПОТОКА ПАРОВОДЯНОЙ ПЛАЗМЫ

Научная статья

Тазмеев Г.Х.¹, Тазмеев Х.К.^{2,*}, Тазмеева Р.Н.³, Талипова И.П.⁴, Тазмеев Б.Х.⁵^{1, 2, 3, 4} Казанский федеральный университет, Набережночелнинский институт, Набережные Челны, Россия;⁵ Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

* Корреспондирующий автор (tazmeevh[at]mail.ru)

Аннотация

В данной работе приведены результаты экспериментального исследования газового разряда с проточным жидким электролитным катодом в условиях горения внутри камеры со стенками из огнеупорного материала. Медный анод располагался над катодом. Межэлектродное расстояние составило 20 см. В качестве электролита были использованы водные растворы хлорида натрия с концентрацией 0,2-0,3 моль/л. Источником электрического питания служил трехфазный выпрямитель с напряжением на выходе 2100 В. Разряд горел устойчиво без балластного резистора в диапазоне мощности 25-30 кВт. Получен поток пароводяной плазмы с массовой скоростью 1,0-1,7 г/с. Суммарные тепловые потери через электроды не превышали 30 % от потребляемой мощности.

Ключевые слова: газовый разряд, электролитный катод, пароводяная плазма, тлеющий разряд с электролизом.

GAS DISCHARGE WITH A LIQUID ELECTROLYTE CATHODE IN CREATING A FLOW OF STEAM WATER PLASMA

Research article

Tazmeev G.Kh.¹, Tazmeev Kh.K.^{2,*}, Tazmееva R.N.³, Talipova I.P.⁴, Tazmееv B.Kh.⁵^{1, 2, 3, 4} Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny Institute, Naberezhnye Chelny, Russia;⁵ Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

* Corresponding author (tazmeevh[at]mail.ru)

Abstract

The current article presents the results of an experimental study of a gas discharge with a flowing liquid electrolyte cathode under combustion conditions inside a chamber with walls made of refractory material. The copper anode was located above the cathode. The interelectrode distance was 20 cm. Aqueous solutions of sodium chloride with a concentration of 0.2-0.3 mol / l were used as an electrolyte. The electric power source was a three-phase rectifier with an output voltage of 2100 V. The discharge burned steadily without a ballast resistor in the power range of 25-30 kW. As a result, the researchers obtained a flow of steam water plasma with a mass velocity of 1.0-1.7 g/s. The total heat loss through the electrodes did not exceed 30% of the overall power consumption.

Keywords: gas discharge, electrolyte cathode, steam water plasma, glow discharge with electrolysis.

Введение

Жидкий электролит, используемый в качестве катода, подвергается интенсивному тепловому воздействию. Электролит испаряется, распыляется, частично поступает в разрядную область и участвует в образовании плазмы. Количество рабочего электролита убывает. Убыль электролита растет при повышении тока [1], [2], [3]. Массовая скорость убыли зависит от тепловыделения внутри электролита и условий отвода тепла от электролита [2]. На практике реализованы режимы горения разряда, при которых убыль электролита происходит с массовой скоростью до 1,5 г/с [3]. Плазменные потоки с такими массовыми расходами вполне приемлемы для энергоемких плазменных технологий. К примеру, в работах [4], [5], [6] показана возможность переработки отходов полимерных материалов. Разряд горел в небольшом вертикальном зазоре между жидким электролитом и металлическим электродом. Его высота была в пределах 3-4 мм. Такие небольшие размеры не позволяли ввод реагентов в разрядную область, где концентрация химически активных частиц наиболее высока. Реагенты подавались в плазменный поток на значительном удалении от разрядной области. Тем не менее был получен синтез-газ с достаточно хорошим химическим составом. Процесс протекал медленно и с большими затратами энергии. Снижение энергоемкости и ускорение процесса возможно при вводе реагентов непосредственно в разрядную область. Однако в этих условиях газовый разряд мало изучен. Имеются работы, в которых исследования проведены при небольших токах [7], [8]. При многократном увеличении тока физическая картина явлений может существенно меняться. В связи с этим целью данной работы явилось исследование газового разряда в сильноточных режимах горения для создания потока пароводяной плазмы в диапазонах мощности 25-30 кВт.

Эксперимент

На рис. 1 представлена схема газоразрядного устройства (генератора плазмы) с источником питания. Разряд зажигается между катодным узлом 1 и анодом 2 внутри камеры, состоящей из корпуса 3 и футеровки 4. Выходной канал разрядной камеры удлинен на 50 см и снабжен металлическим кожухом 5. Подробное описание катодного узла приводится в [3]. Стрелками указаны направления потоков электролита. Электролит циркулирует через катодный узел с фиксированной массовой скоростью m . Часть электролита распыляется с открытой поверхности и поступает в разрядную область. Межэлектродное расстояние l составляет 20 см. Анод представляет собой медный стержень с диаметром 25 мм. Он охлаждается водой. Корпус 3 разрядной камеры изготовлен из асбоцементных материалов, а футеровка 4 выполнена из огнеупорных кирпичей.

Электрическое питание подавалось от трехфазного двухполупериодного выпрямителя, подключенного к вторичным обмоткам повышающего трансформатора. Пульсации напряжения сглаживались С-Л-С фильтром. Ток менялся ступенчатым варьированием балластного резистора R .

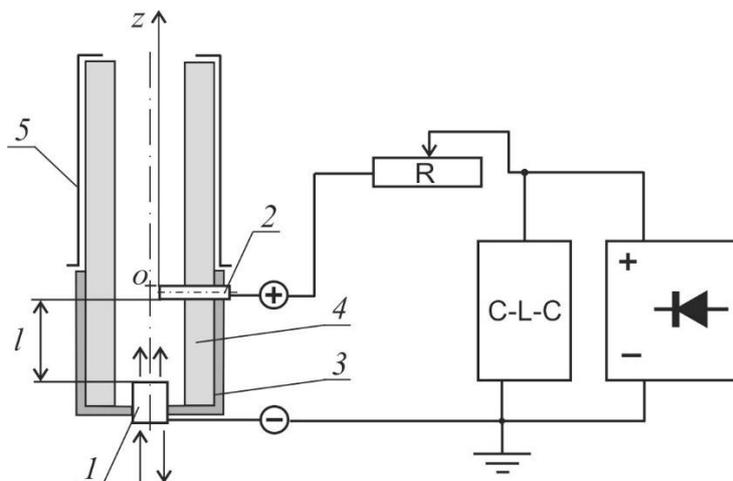


Рис. 1 – Схема экспериментальной установки:

1 – катодный узел; 2 – анод; 3 – корпус камеры; 4 – футеровка;
5 – металлический кожух выходного канала разрядной камеры

Жидким электролитным катодом служили водные растворы хлорида натрия с удельной электрической проводимостью σ в пределах 10-15 мСм/см. При использовании таких растворов электролитов обеспечивается стабильное горение разряда на больших межэлектродных расстояниях [9].

В процессе горения разряда электролит расходуется на образование плазменного потока. Массовую скорость G убыли электролита можно считать численно равной массовому расходу потока плазмы. Убыль электролита компенсировалась добавлением дистиллированной воды во время работы генератора плазмы.

Для исследования тепловых и электрических характеристик применялись методики, описание которых даны в работах [2], [3]. Напряжение U и ток I регистрировались цифровым запоминающим осциллографом АКПП-15/1 с полосой пропускания 25 МГц. Удельная электрическая проводимость \square электролита определялась методом прямой кондуктометрии с помощью прибора «АНИОН 4150». Температура в плазменном потоке измерялась платинородиевой термопарой ПР-30/6 на разных расстояниях z от анода. Термопара перемещалась с помощью координатного устройства в трёх взаимно-перпендикулярных направлениях.

Результаты экспериментов и их анализ

На рис. 2 приведены осциллограммы тока I и напряжения U на генераторе плазмы. Эти параметры подвержены пульсациям.

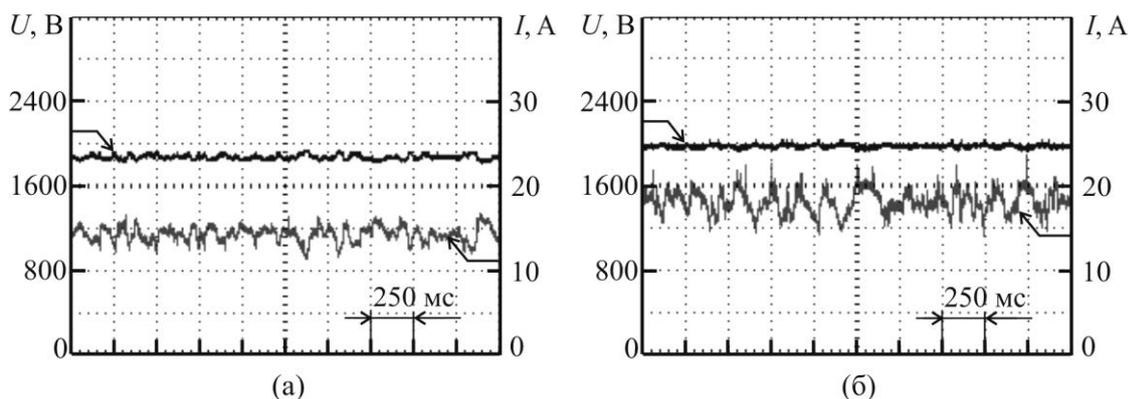


Рис. 2 – Осциллограммы тока и напряжения:

(а) – $R = 14 \text{ Ом}$; (б) – 0

Примечание: $\sigma = 11 \text{ мСм/см}$; $m = 12 \text{ г/с}$

Как видно из сравнения осциллограмм, при повышении тока амплитуда его пульсаций увеличивается. По-видимому, усиление пульсаций вызваны уменьшением сопротивления балластного резистора. Аналогичные закономерности наблюдаются и в разряде, который горит в открытом воздухе [3]. Наличие пульсаций тока и напряжения является характерной особенностью газового разряда между жидким электролитным катодом и металлическим анодом.

Еще одна характерная особенность разряда проявляется при изменении интенсивности течения электролита через зону привязки разряда к катоду. В условиях горения разряда в открытом воздухе происходит повышение тока при увеличении расхода электролита [3]. Такая закономерность выявлена и в данной работе. Полученные результаты представлены на рис. 3а.

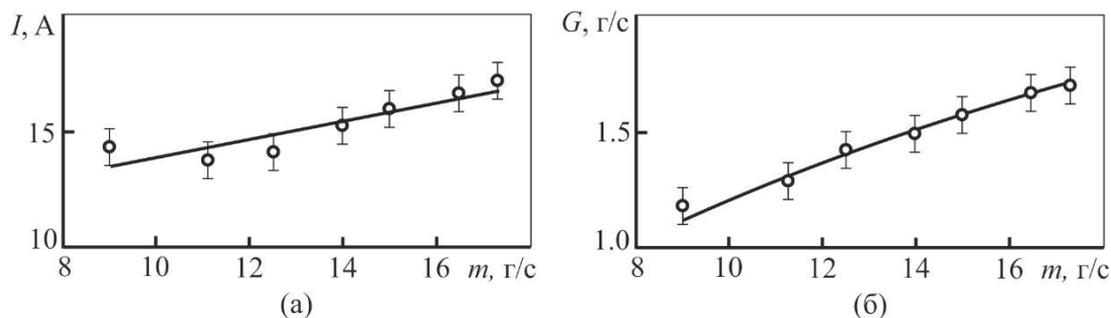


Рис. 3 – Зависимости тока (а) и массового расхода плазмы (б) от массовой скорости потока электролита, протекающего через катодный узел
Примечание: $\sigma = 11 \text{ мСм/см}$; $R = 0$

При увеличении массовой скорости потока электролита растет массовый расход потока плазмы (рис.3б). Закономерности изменения тока и массового расхода потока плазмы одинаковы. Такая корреляция между этими двумя параметрами свидетельствует о наличии значительного ионного тока. Ионы переносятся в плазму из катода в составе капелек раствора [10]. Чем больше капелек распыляется, тем больше ионов поступает в разрядную область и тем больше становится ток.

С практической точки зрения наибольший интерес представляют режимы работы генератора плазмы при нулевом сопротивлении балластного резистора ($R = 0$). В этом случае исключаются потери электрической энергии на нагрев балластного резистора. На рис. 4 представлены энергетические характеристики генератора плазмы, полученные в режимах работы без балластного резистора.

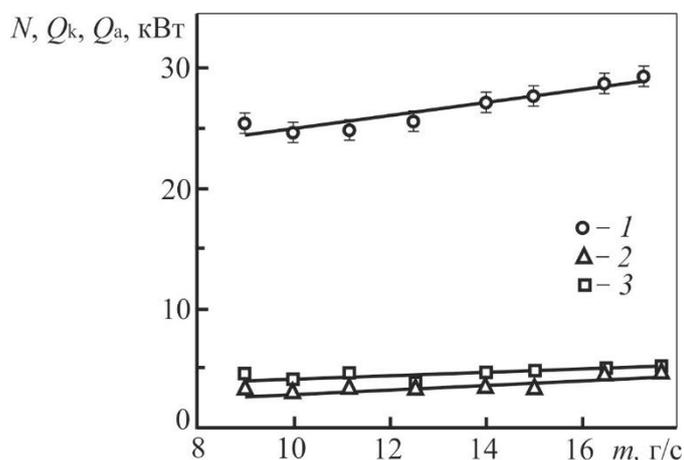


Рис. 4 – Мощности генератора плазмы (N) и тепловых потерь через электроды (Q_k и Q_a) в зависимости от массовой скорости потока электролита m
Примечание: $R = 0$; $\sigma = 11 \text{ мСм/см}$; 1 – N ; 2 – Q_k ; 3 – Q_a

Тепловые потери через электроды сравнительно малы. Мощности тепловых потерь через катод Q_k и анод Q_a отличаются незначительно. Повышение расхода электролита через катодный узел приводит к некоторому увеличению тепловых потерь Q_k и Q_a . При этом повышается мощность генератора плазмы N . Отношение суммы Q_k и Q_a к N меняется незначительно. Суммарные тепловые потери через электроды не превышают 30 % от потребляемой мощности.

В таблице 1 приведены результаты измерений температуры плазмы с помощью платинородиевой термопары.

Таблица 1 – Температура потока плазмы

$z, \text{ см}$	55	60	65	70	75	80
$t, \text{ }^\circ\text{C}$	1400 ± 100	1350 ± 100	1250 ± 100	1150 ± 100	950 ± 100	800 ± 100

На выходе из генератора плазмы создается поток плазмы с достаточно большой температурой несмотря на значительное удаление от разрядной области. Как показывает термодинамический анализ, при таких температурах может быть осуществлена плазменная конверсия отходов полиэтилена и полиэтилентерефталата в синтез-газ [11].

Заключение

Экспериментально показана возможность применения газового разряда с жидким электролитным катодом для получения потока пароводяной плазмы в диапазоне мощности 25-30 кВт. Основные параметры плазменного потока: массовый расход 1,1- 1,7 г/с; температура $1400 \pm 100 \text{ }^\circ\text{C}$ на удалении 0,5 м от разрядной области.

Из полученных результатов следует, что мощные газовые разряды с жидким электролитным катодом могут быть рассмотрены наряду с дуговыми плазмотронами как источники энергоносителей в плазмохимических процессах, в частности, в плазменной газификации.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Сироткин Н.А. Экспериментальное исследование нагрева жидкого катода и переноса его компонентов в газовую фазу под действием разряда постоянного тока / Н.А. Сироткин, В.А. Титов // Прикладная физика. – 2016. – № 6. – С. 25-31.
2. Тазмеева Р.Н. Экспериментальное исследование массового уноса жидкого электролитного катода под воздействием газового разряда / Р.Н. Тазмеева, Б.Х. Тазмеев // Прикладная физика. – 2014. – № 1. – С. 35-37.
3. Tazmееv Kh.K. The influence of the mass flow rate of the electrolyte through the following cathode on the energy characteristics of the gas discharge / Kh.K. Tazmееv, I.M. Arslanov, G.Kh. Tazmееv // Journal of Physics: Conference Series. – 2014. – V. 567. – №1. – P. 012001.
4. Фридланд С.В. Получение синтез-газа плазмохимической переработкой отходов / С.В. Фридланд, А.Х. Тазмеев, М.Н. Мифтахов // Вестник Казанского технологического университета. – 2006. – №6. – С. 10-15.
5. Тазмеев А.Х. Содержание оксида углерода и углеводородов в синтез-газе при плазмохимической переработке полимерных отходов / А.Х. Тазмеев, С.В. Фридланд, М.Н. Мифтахов // Вестник Казанского технологического университета. – 2006. – №6. – С. 43-46.
6. Tazmееv A.K. The material balance of process of plasma-chemical conversion of polymer wastes into synthesis gas / A.K. Tazmееv, R.N. Tazmееva // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – V. 789. – №1. – P. 012058.
7. Tazmееv G.K. Study of gas discharge with a liquid cathode at maximum thermal load to the cathode / G.K. Tazmееv, B.A. Timerkaev, K.K. Tazmееv et al. // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – V. 789. – № 1. – P. 012060.
8. Тазмеев Б.Х. Электрический разряд с электролитным катодом и его электрические характеристики / Б.Х. Тазмеев // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 1999. – № 4. – С. 71-76.
9. Тазмеев Х.К. Влияние локализации зоны привязки сильноточного разряда к жидкому электролиту на формирование плазменного столба / Х.К. Тазмеев, И.М. Арсланов, Г.Х. Тазмеев // Прикладная физика. – 2013. – № 4. – С. 33-37.
10. Tazmееv G.K. About the mechanism of electric discharge between the electrolyte flow and the metallic anode / G.K. Tazmееv, B.A. Timerkaev, K.K. Tazmееv // Journal of Physics: Conference Series. – 2019. – V. 1328. – № 1. – P. 012075.
11. Tazmееv A.Kh. // Thermodynamic analysis of the plasma-chemical conversion of polymers into synthesis gas / A.Kh. Tazmееv, R.N. Tazmееva // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. V. 1058. – № 1. – P. 012036.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Sirotkin N. A. Eksperimental'noe issledovanie nagreva zhidkogo katoda i perenosa ego komponentov v gazovuju fazu pod dejstviem razrjada postojannogo toka [Experimental Study of the Heating of a Liquid Cathode and the Transfer of Its Components to the Gas Phase Under the Action of a DC Discharge] / N. A. Sirotkin, V. A. Titov // Prikladnaja fizika [Applied Physics]. - 2016. - No. 6, pp. 25-31 [in Russian]
2. Tazmееva R.N. Eksperimental'noe issledovanie massovogo unosa zhidkogo ehlektrolitnogo katoda pod vozdejstviem gazovogo razrjada [Experimental Study of Mass Entrainment of a Liquid Electrolyte Cathode Under the Influence of a Gas Discharge] / R.N. Tazmееva, B. Kh. Tazmееv // Prikladnaja fizika [Applied Physics]. - 2014. - No. 1, pp. 35-37 [in Russian]
3. Tazmееv Kh.K. The influence of the mass flow rate of the electrolyte through the following cathode on the energy characteristics of the gas discharge / Kh.K. Tazmееv, I.M. Arslanov, G.Kh. Tazmееv // Journal of Physics: Conference Series. - 2014. - V. 567. - No. 1. - P. 012001.
4. Fridland S. V. oluchenie sintez-gaza plazmokhimicheskoyj pererabotkojj otkhodov [Radiation of synthesis gas by plasma-chemical waste processing] / S. V. Fridland, A. H. Tazmееv, M. N. Miftakhov // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan Technological University]. - 2006. - No. 6, pp. 10-15 [in Russian]
5. Tazmееv A. Kh. SodVstavit' erzhanie oksida ugleroda i uglevodorodov v sintez-gaze pri plazmokhimicheskoyj pererabotke polimernyx otkhodov [Sodification of carbonmonoxide and hydrocarbons in synthesis gas during plasma-chemical processing of polymer waste] / A. Kh. Tazmееv, S. V. Fridland, M. N. Miftakhov // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta [Bulletin of the Kazan Technological University]. - 2006. - No. 6, pp. 43-46 [in Russian]
6. Tazmееv A.K. The material balance of process of plasma-chemical conversion of polymer wastes into synthesis gas / A.K. Tazmееv, R.N. Tazmееva // Journal of Physics: Conference Series. - 2017. - V. 789. - No. 1. - P. 012058.
7. Tazmееv G.K. Study of gas discharge with a liquid cathode at maximum thermal load to the cathode / G.K. Tazmееv, B.A. Timerkaev, K.K. Tazmееv et al. // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – V. 789. – № 1. – P. 012060.
8. Tazmееv B. Kh. Ehlektricheskijj razrjad s ehlektrolitnym katodom i ego ehlektricheskie kharakteristiki [Electric Discharge With an Electrolyte Cathode and Its Electrical Characteristics] / B. Kh. Tazmееv // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva [Bulletin of the Kazan State Technical University named after A. N. Tupolev]. - 1999. - No. 4, pp. 71-76 [in Russian]
9. Tazmееv Kh. K. Vlijanie lokalizacii zony privjazki sil'notochnogo razrjada k zhidkomu ehlektrolitu na formirovanie plazmennogo stolba [Influence of Localization of the Binding Zone of a High-Current Discharge to a Liquid Electrolyte on the Formation of a Plasma Column] / Kh. K. Tazmееv, I. M. Arslanov, G. Kh. Tazmееv // Prikladnaja fizika [Applied Physics]. - 2013. - No. 4, pp. 33-37 [in Russian]
10. Tazmееv G.K. About the mechanism of electric discharge between the electrolyte flow and the metallic anode / G.K. Tazmееv, B.A. Timerkaev, K.K. Tazmееv // Journal of Physics: Conference Series -- 2019. - V. 1328. - No. 1. - P. 012075.
11. Tazmееv A.Kh. // Thermodynamic analysis of the plasma-chemical conversion of polymers into synthesis gas / A.Kh. Tazmееv, R.N. Tazmееva // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. V. 1058 -- No. 1. - p. 012036.